

# Un array lineare fra Sansepolcro e Anghiari (Alta Valtiberina): acquisizione dati e prime analisi da terremoti e microtremore

R. M. Azzara(1), P. Agliera(2), F. Bergamaschi(1), T. Braun(1), E. D'Alema(2), D. Di Giacomo(2), S. Marzorati(2), M. Massa(2), N. Piana Agostinetti(1), D. Piccinini(1), P. Roselli(1)

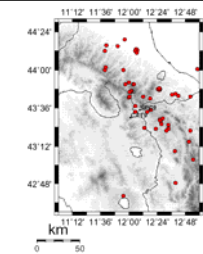
1 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Sismologico di Arezzo, Via Uguccione della Faggiuola, 3, 52100 Arezzo

2 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano, Via Bassini, 15, 20133 MILANO

La Valtiberina è da alcuni anni una delle principali aree dell'Appennino Centro-Settentrionale sottoposta ad indagini mirate alla definizione della geometria del bacino e alla descrizione in termini di geometria e meccanismo della faglia AltoTiberina, principale responsabile dell'attività sismica dell'area.

Al fine di contribuire con dati sismometrici alla ricostruzione della risposta sismica del bacino, nella seconda metà del 2005 è stato realizzato un esperimento temporaneo consistito nell'installazione di un array lineare di 8 stazioni sismiche fra Sansepolcro e Anghiari. L'array era disposto lungo una direzione NE-SW, approssimativamente ortogonale all'asse della valle per una lunghezza di circa 8 km con una spaziatura fra le stazioni di circa 1 km.

Le stazioni sismiche, equipaggiate con sismometri Lennartz LE3D-5s e Guralp CMG40T accoppiati a sistemi di acquisizione Reftek 130 e Reftek 72A/07, hanno acquisito in continua per circa 5 mesi (da Maggio 2005 a Novembre 2005), registrando alcune centinaia di eventi sismici locali, regionali e telesismi.

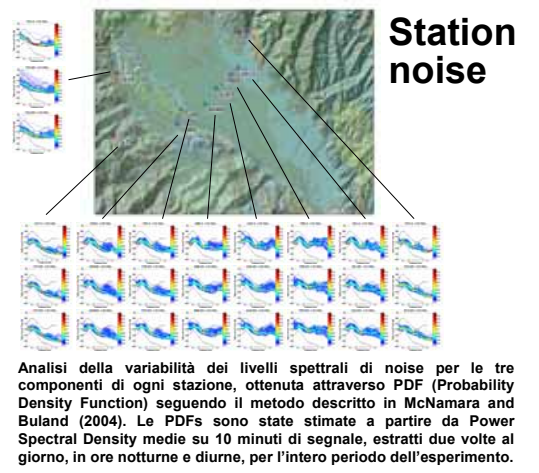


Durante il periodo di funzionamento sono state registrate alcune centinaia di eventi sismici.

Sono stati selezionati circa 70 eventi di magnitudo comprese fra 1.0 e 4.4, in un raggio di circa 200 km dal centro del transetto.

Il rapporto segnale/rumore di tali eventi consente di eseguire le analisi su una banda di frequenze compresa fra 0.5 e 20. Hz

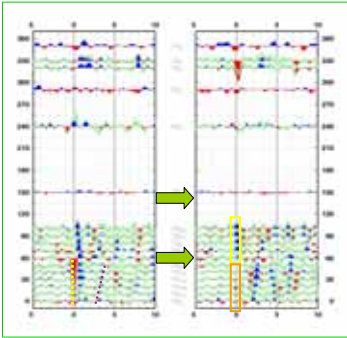
Su tale dataset sono stati calcolati i rapporti spettrali medi fra le componenti orizzontali delle stazioni e la stazione di riferimento posta al bordo occidentale del transetto, CAT9, e i rapporti spettrali HV a singola stazione.



Station noise

Analisi della variabilità dei livelli spettrali di noise per le tre componenti di ogni stazione, ottenuta attraverso PDF (Probability Density Function) seguendo il metodo descritto in McNamara and Buland (2004). Le PDFs sono state stimate a partire da Power Spectral Density medie su 10 minuti di segnale, estratti due volte al giorno, in ore notturne e diurne, per l'intero periodo dell'esperimento.

## Receiver Functions



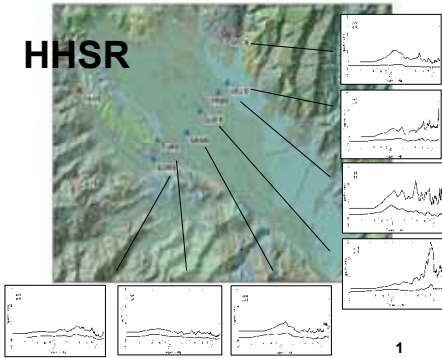
Da un dataset iniziale di ~400 telesismi di  $M \geq 5.0$  aventi una distanza epicentrale  $25 \leq \Delta \leq 100$ , sono stati selezionati 124 eventi con il migliore rapporto segnale-rumore. Su di essi sono state calcolate le RFs con il metodo Di Bona (1998).

In funzione del Back-Azimuth di provenienza sono mostrate le Receiver Functions (RFs-Langston, 1979) calcolate per la stazione SPC9 (Sansepolcro) nel periodo Maggio/Novembre-2005, a sinistra le componenti radiali, a destra quelle trasversali.

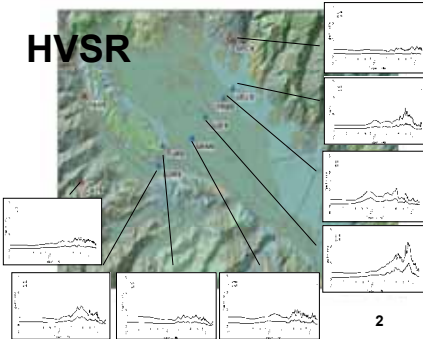
Le RFs ottenute sono state raggruppate per settori di ampiezza di  $20^\circ$  in BAZ e  $40^\circ$  in distanza epicentrale  $\Delta$ , in modo da aumentare ulteriormente il rapporto segnale-rumore.

Le RFs di ogni settore sono mediate ed analizzate in funzione del BAZ così da esplicitare la loro dipendenza dalla provenienza del fronte d'onda telesismico. Le frecce gialle indicano la variazione della direzione di dip delle principali superfici di discontinuità. I tratti colorati seguono l'andamento delle principali fasi Ps in funzione del BAZ.

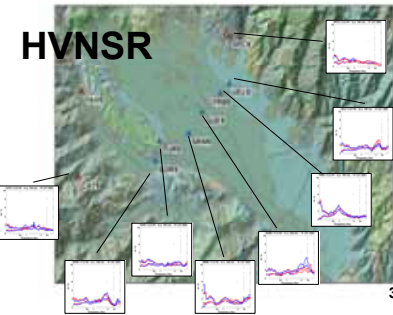
I risultati preliminari ottenuti da un'analisi simile per tutte le restanti 7 stazioni (VEL9, TRB9, GUE9, SRM9, TUR9, SOR9, CAT9) che costituiscono il transetto, forniscono l'andamento delle principali superfici di discontinuità delle onde S con la profondità.



HHSR



HVSR



HVNSR

## Rapporti spettrali

Le figure 1 e 2 mostrano gli intervalli di una deviazione standard rispetto alla media dei rapporti HHSR (la stazione di riferimento utilizzata è CAT9) e HVSR, calcolati sul dataset di eventi sismici selezionati; sono state selezionate finestre di 10 s a partire dall'arrivo delle onde S; gli spettri NS ed EW sono stati smoothati con una risoluzione in frequenza pari a 0.3 Hz e mediati per ottenere uno spettro H usato per il calcolo del rapporto; è stata infine calcolata la media logaritmica dei rapporti spettrali su tutti gli eventi). La figura 3 mostra i rapporti spettrali medi HV calcolati su rumore sismico (curva rossa NS, blu EW). L'analisi viene effettuata su un'ora di segnale. Per ogni traccia vengono calcolate le FFT su sottointervalli di 160 s; gli spettri sono sottoposti ad uno smoothing del tipo Konno-Ohmachi (1998).

Gli andamenti ottenuti mostrano un buon accordo fra i rapporti calcolati su terremoti e su microtremore. Le stazioni sismiche poste nella parte centrale del transetto (SRM9, GUE9, TRB9, VEL9) presentano moderati picchi di amplificazione centrati sulla frequenza di circa 1 Hz, particolarmente evidenti nei rapporti HHSR. La stazione centrale del transetto (GUE9) presenta un picco elevato centrato su una frequenza di circa 8 Hz, presente sia sui rapporti spettrali su terremoti che su quelli da microtremore, ascrivibile probabilmente a condizioni strettamente locali. Stessa considerazione vale per SOR9, che è l'unica a presentare su tutti i rapporti spettrali un picco di ampiezza moderata centrato su una frequenza di circa 4 Hz.

In generale l'impossibilità di individuare chiari picchi nei rapporti spettrali sembrerebbe indicare l'assenza di forti contrasti di impedenza in grado di determinare consistenti amplificazioni in superficie.

Recenti ricostruzioni della geometria del bacino (Ciaccio et al., 2006) individuano il fondo del bacino a profondità elevate (maggiori di 1000 metri sul versante orientale della Valle). La banda di frequenze indagata (0.5 - 20 Hz) non permette tuttavia di riconoscere la presenza di eventuali picchi di amplificazione a frequenze più basse di 0.5 Hz che potrebbero essere associati alla presenza di strati ad alta impedenza in profondità, come riportato in letteratura per bacini profondi (LeBrun et al., 2001).

## Conclusioni

Il risultato ottenuto dai rapporti spettrali per le stazioni centrali del transetto mette in luce la presenza di moderati picchi di amplificazione legati alla geologia locale di superficie. E' altresì evidente che non sia possibile riconoscere effetti di amplificazione legati alla geometria del bacino.

Ulteriori analisi si rendono necessarie per avere una stima dei profili di velocità delle onde S e per comprendere meglio se i risultati ottenuti sono limitati dalle condizioni strumentali.

Buone prospettive si manifestano dall'analisi RFs, i primi risultati ottenuti sulla stazione di Sansepolcro sembrano essere in grado di mostrare un'immagine delle principali superfici di discontinuità presenti nell'area. In particolare si riconosce l'andamento e la geometria di una superficie associabile alla faglia AltoTiberina e una struttura antiparallela ad essa.

Ciaccio, M.G., Barchi M.R.; 2006: The geometry of the Alto Tiberino Basin, Geophysical Research Abstract, Vol. 8, 07082, EGU 2006.

Di Bona M.; 1998: Variance estimate in frequency-domain deconvolution for teleseismic receiver function analysis. Geophys. J. Int., 134, 634-646.

Konno K., Ohmachi T.; 1998 : Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremors. B.S.S.A., 88, 228-241.

Langston C.A.; 1979: Structure under Mount Rainier Washington, inferred from teleseismic body waves. J. Geophys. Res., 84, B9.

LeBrun B., Hatzfeld D., Bard P.Y.; 2001: Site effect study in urban area: experimental results in Grenoble (France). Pure and applied Geophysics, 158, 2543-2557.

McNamara E., Buland R.P.; 2004: Ambient noise levels in the continental United States. B.S.S.A., 94, 1517-1527.